

中国東北地方における下水処理特性

佐賀大学理工学部建設工学科 ○学 拙 登

佐賀大学低平地防災研究センター 正 荒木宏之

佐賀大学理工学部建設工学科 正 古賀憲一

1. はじめに

吉林省・黒龍江省は中国の東北地方にあり、急速な工業化や人口集中に伴い生活排水による河川の水質汚濁が問題となっている。また、アンモニア性窒素、フェノール、水銀などによる深刻な水質汚濁も引き起こしている。両省は、典型的な内陸性地域であり、冬季は寒冷で風が強い。四季は顕著で気温の年較差は70℃程度に及ぶ。寒冷期間が年間の約半分以上を占め、低水温が処理水質・運転効率に及ぼす悪影響が懸念される。このような背景から、本研究では中国東北地方の代表都市であるハルビン市、吉林市を例に挙げ、処理施設の運転高効率化と良好な処理水質を得ることを最終目的にこれら低温地域における汚水の生物処理特性について検討を加えた。

2. 調査方法

調査は吉林市、ハルビン市の下水処理場について通年で行った。両市の下水道は共に合流式で、吉林市の場合、工場排水もかなり流入している。処理方式は標準活性汚泥法であり、6～8時間程度の滞留時間で運転されている。

3. 調査結果と考察

3-1. 水温と処理特性

冬季には最低気温が-40℃程度まで低下することもあるが、工場排水流入のため、汚水温度は表-1に示すように最低5℃程度である。

図-1に吉林市における流入下水(▽)及び処理水(□)のBODと水温の関係を示す。合流式下水道システムであるため、夏季には雨水による希釈のため、流入BOD濃度は冬季のものより低くなっている。処理水のBODは年間を通じ比較的安定しているが、水温16℃以上では処理水BODは10mg/l程度であるのに対し、12℃以下になると25mg/l程度まで悪化する。この原因としては、計画下水量より多い流入下水量を処理しているためである。このことは特に低水温時には、負荷の増大に対する処理能力の余裕が不足することを示している。図-2にSSと水温の関係を示す。夏季に流入SSが高くなるのは雨水流入によるSSの持ち込みである。処理水SSは水温低下と共に上昇し、7℃で50mg/l程度まで悪化する。このように、低水温時にはBOD、SS共に処理水質が悪化し、除去率はそれぞれ75%、60%程度となる。これは、図-3に示すようにCOD除去率の結果にも現れている。CODについては工場排水の流入に伴う難生物分解性有機物の影響も考えられる。なお、硝化

表-1 調査概要の一覧

都市	下水道形式	処理施設名	処理規模	処理形式	計画流入水質	計画滞留時間	分析項目	最低月平均気温
吉林	合流式	江北処理場	18 (万t/day)	完全混合式 活性汚泥法	BOD: 150(mg/l) COD: 380(mg/l)	8~10 (時間)	DO, pH, MLSS, BOD, COD, SS, SVI, N	6.5℃ (1~2月)
ハルビン	同上	ハルビン処理場	20 (万t/day)	同上	BOD: 200(mg/l) COD: 400(mg/l)	同上	同上	4.9℃ (11~3月)

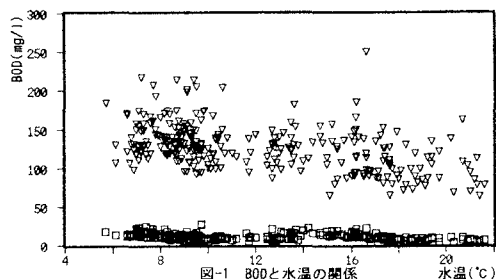


図-1 BODと水温の関係

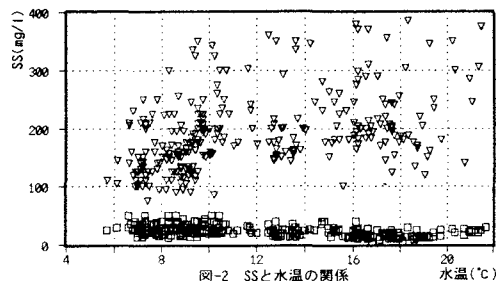


図-2 SSと水温の関係

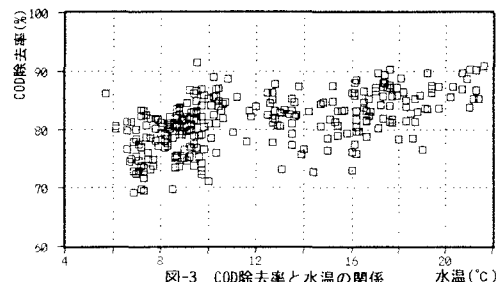


図-3 COD除去率と水温の関係

は全く起きていなかった。

3-2. 水温と活性汚泥の沈降特性

図-4にSVIと水温の関係を示す。本図の8~10℃、14~18℃の間にある高SVIは、検鏡の結果、糸状性バクテリアであることを確認している。これらのデータを除いても、水温低下と共にSVIが高くなることが分かる。図-5に活性汚泥の沈降曲線の一例を示す。水温低下と共に沈降性が悪くなっている。これは水温の低下によるフロック性状の変化と水の粘性係数の増加によるものと考えられる。

3-3. BODの除去特性

有機物除去速度に及ぼす水温の影響を知るために、連続運転している曝気槽の活性汚泥を用い、低水温期(6~8℃)、中水温期(9~12℃)、高水温期(17~20℃)に回分実験を行った。いずれの実験においても、初期基質濃度、曝気条件などは同一としている。この結果を図-6に示す。これから、活性汚泥の有機物除去速度が水温低下に伴い低下していることが分かる。定期的に行った同様の回分実験による平均BOD除去速度(一次反応)を表-2に示す。

3-4. 水温が活性汚泥の増殖特性に及ぼす影響

単位時間単位汚泥当たりの汚泥増殖量($\Delta S/S \cdot \text{日}$)とBOD除去量($\Delta L/S \cdot \text{日}$)の関係を図-7に示す。この図から水温低下と共に増殖収率、自己酸化係数の値が小さくなることが分かる。表-2にハルビン市で得られた結果も併せて示す。増殖収率については文献値と同じ程度であるが、水温低下と共に僅かに小さくなる。自己酸化係数については文献値よりもかなり小さい値が得られた。

4. おわりに

低温地域における下水の活性汚泥処理システムでは処理水質のBOD、COD、SSなどが水温低下と共に悪化する。その原因としては一般的に考えられる生物活性の低下の他、沈降性が水温低下により悪化することも大きく影響を及ぼしている。従って、冬期における曝気時間の延長の他、最終沈殿池の設計、運転に余裕をもたせる必要があると言える。

なお、今後は、工場排水に由来する難生物分解性有機物も考慮した低水温処理プロセスのモデル化を行い、具体的な設計・運転法について検討を加える予定である。

【参考文献】： 1) M. Henze, C. P. L. Grady, W. Gujer and T. Matsuo: Activated Sludge Model, IAWPRC Sci and Tech Rep NO.1, IAWPRC, 1987.

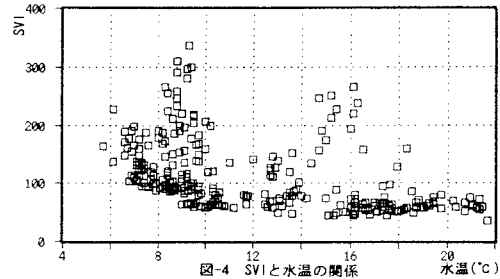


図-4 SVIと水温の関係

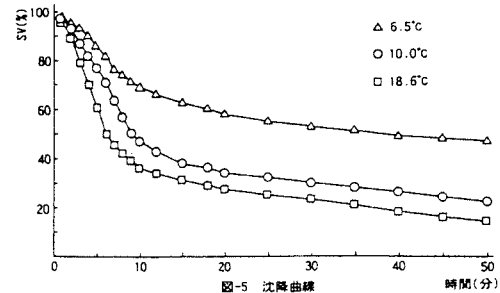


図-5 沈降曲線

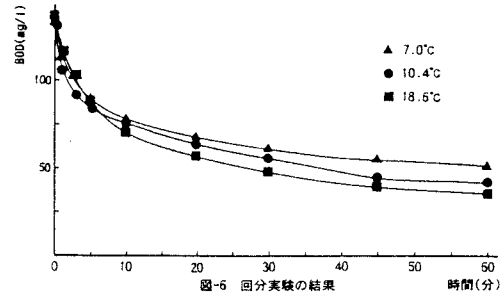


図-6 回分実験の結果

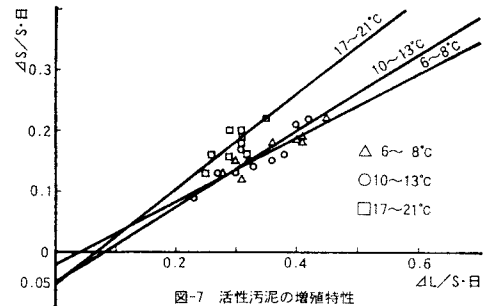


図-7 活性汚泥の増殖特性

表-2 実験値と文献値

都市名	ハルビン市			吉林省			文献値 ^リ	
水温範囲	18~22	7~10	5	17~21	10~13	6~8	20	10
一次反応速度 [1/g day]	-	-	-	1.9	1.5	1.0	-	-
増殖収率	0.63	0.58	0.57	0.66	0.63	0.59	0.67	0.67
自己酸化係数	0.07	0.05	0.05	0.06	0.05	0.03	0.62	0.20